

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-273176

(43)Date of publication of application : 18.10.1996

(51)Int.Cl.

G11B 7/09

(21)Application number : 07-073092

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 30.03.1995

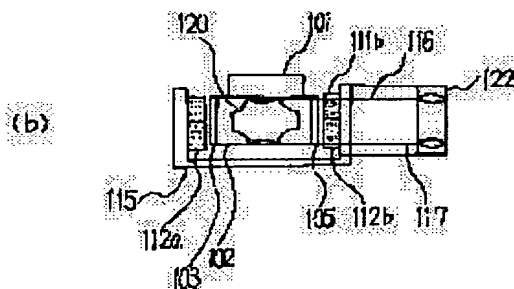
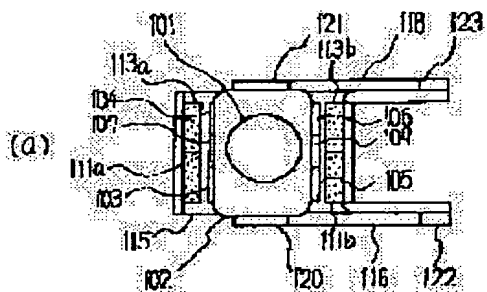
(72)Inventor : MATSUI TSUTOMU

(54) OBJECTIVE LENS ACTUATOR OF OPTICAL HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To apply a magnetic flux on a coil by stabilizing the flux of a magnet by means of a yoke by composing a magnetic circuit applying magnetic field on a coil built in a lens holder of a closed magnetic path.

CONSTITUTION: This objective lens actuator of an optical head is provided with an objective lens 101, a square lens holder 102 for holding the lens, four focusing coils 103-106 mounted on the side of the holder 102 and two tracking coils 107, 109 mounted on the side of the holder 102. It also provided with four tracking coils in total composed of a tracking coil mounted on the lower part of the coil 107 and a tracking coil mounted on the lower part of the coil 109, eight magnets in total composed of six magnets 111a-111a, 111b-111b composing a magnetic circuit and two magnets mounted in the lower parts of magnets 113a, 113b, respectively. It is composed of an actuator base 115 for mounting them, four wires 116-118 for allowing currents flow through the focusing coils and the tracking coils and printed boards 120-123 for supporting wires and relaying the currents.



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-273176

(43)公開日 平成8年(1996)10月18日

(51)Int.Cl.⁶

G 1 1 B 7/09

識別記号

庁内整理番号

9368-5D

F I

G 1 1 B 7/09

技術表示箇所

D

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-73092

(22)出願日 平成7年(1995)3月30日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 松井 勉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

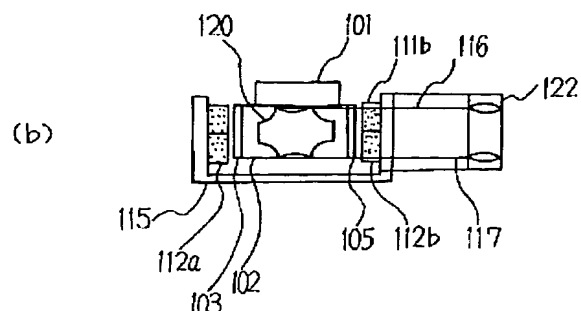
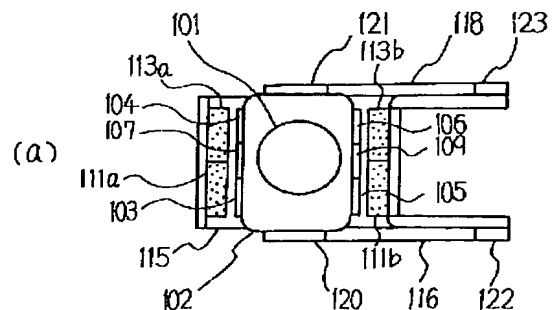
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 光ヘッドの対物レンズアクチュエータ

(57)【要約】

【目的】外形を小さくでき、トラッキング駆動感度の向上と生産性の改善を可能にする光ヘッドの対物レンズアクチュエータを提供する。

【構成】角形状を有するレンズホルダの一側面に角形扁平コイルを複数取り付け。また、このレンズホルダの側面の反対側の側面にも前記側面と同様の配置で角形扁平コイルを複数取り付け。前記角形扁平コイルの取り付けられたレンズホルダの両側面に対向して配置された複数の磁気回路は、隣接する磁気回路の極性が互いに相反する極性となるように配置され、隣合ったN極性とS極性の磁気回路を平面的に区分する分割線が少なくとも2本形成されるように配置して構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対物レンズを保持する角形の形状をしたレンズホルダと複数のワイヤとを備えた光ヘッドの対物レンズアクチュエータにおいて、前記レンズホルダの一側面である第1の側面に角形の扁平コイルを複数取り付け、前記第1の側面の反対側の側面である第2の側面にも前記第1の側面と同様の配置で角形の扁平コイルを複数取り付け、前記レンズホルダの第1及び第2の側面に取り付けられた複数の角形の扁平コイルと対向して複数の磁気回路を配置し、前記複数の磁気回路が隣接する他の磁気回路と極性が相反する極性となるように配置しかつ前記複数の磁気回路を平面的に区分する分割線が少なくとも2本形成されるように前記複数の磁気回路を配置し構成されることを特徴とする光ヘッドの対物レンズアクチュエータ。

【請求項2】 請求項1記載の光ヘッドの対物レンズアクチュエータにおいて、前記レンズホルダの第1及び第2の側面に取り付けられた複数の角形の扁平コイルは、前記第1及び第2の側面のそれぞれの左側部分及び右側部分に取り付けられる一対の第1の角形の扁平コイルと、前記一対の第1の角形の扁平コイルに挟まれるように前記レンズホルダの第1及び第2の側面の中央部に上下に取り付けられる一対の第2の角形の扁平コイルとから構成され、前記第1及び第2の角形の扁平コイルと対向して配置される複数の磁気回路は、複数の磁石を隣接する他の磁石と極性が相反する極性となるように配置して構成されることを特徴とする光ヘッドの対物レンズアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光ディスク装置に取り付けられる光ヘッドの対物レンズアクチュエータに関し、特に高速アクセス対応でかつ高開口数レンズを使用する光ヘッドの対物レンズアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハイビジョン対応もしくは現行放送システムのデジタル化をめざした光ディスク装置、あるいはコンピュータ用磁気ディスクの高速アクセス性と光ディスクの有する大容量記憶能力とを併せ持つ外部記憶装置の研究が急速に進展してきている。次世代のディスク装置として、高速転送レートと大容量記憶能力との必要性から、光ディスク装置の記録再生消去可能な光ヘッドの対物レンズの開口数が大きく、かつ使用するレーザもより短波長のレーザの使用が考えられてきている。特にフォーカスサーボにおいては前記の開口数の増大とレーザ波長が短くなることから焦点深度がより浅くなってきているため、より分解能が高く精度の高い対物レンズのアクチュエータが望まれてきている。

【0003】図6を参照して従来の光ヘッドの対物レンズアクチュエータを説明する。図6に示す従来の対物レ

ンズアクチュエータの構成は、バネ支持型の4ワイヤ方式であり、角形のレンズホルダ601に対物レンズ602を搭載し、レンズホルダ601の周囲に巻き線を施してフォーカスコイル603を形成し、両側面に4個の角形コイル604a～604dを配置し、トラッキング駆動が行われるよう構成している。さらに両端に角形の穴部分605a、605bを設け、この角形の穴部分605a、605bに後述する磁気ヨークが間隙をもって挿入できるよう構成している。

【0004】このレンズホルダ601にはワイヤ606～609を中継する突起部分610、611を設け、アクチュエータベース612に取り付けられる中継板613に4ワイヤ606～609を中継している。アクチュエータベース612には断面の形状がU字型をしたヨーク618、619が設けられ、ヨーク618、619には一対の磁石616、617が取り付けられている。また、アクチュエータベース612には対物レンズ602を通る光の通路として光通路穴618が設けられている。

【0005】前記のレンズホルダ601に組み込まれているコイル603、604a～604dに磁界を印加する磁気回路614、615はいわゆる、略閉磁路構成となっており、ヨーク618、619で磁石616、617の磁束を安定して前記のコイルに印加できるよう構成されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の光ヘッドの対物レンズアクチュエータは、これからの軽薄短小化及び低価格化の趨勢に対応するためには、できるだけアクチュエータの外形を小さく抑えなければならないにもかかわらず、閉磁路のための磁気リターンパス形成のためにヨークを通す穴部分605a、605bを形成する必要があるが、電磁駆動のために駆動力を受けるフォーカスコイル、トラッキングコイルやレンズホルダ601のヨークが挿入される穴部分605a、605bの周りの肉厚を大きくとり、いわゆるサーボ上望ましくない副次共振周波数が発生しないように機械的な剛性をもたせる必要があるため、どうしても外形の大きなものになりがちであるという欠点を有している。

【0007】また、外形の大きなものになると重量が大きくなるためトラッキング駆動感度の低下が生じかつ生産性の向上が難しくなるという欠点を有している。

【0008】また、閉磁路のかわりに開磁路構成にすると磁気利用効率が大きく劣化するという欠点も有している。

【0009】本発明の目的は、外形を小さくでき、トラッキング駆動感度の向上と生産性の改善を可能にする光ヘッドの対物レンズアクチュエータを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の光ヘッドの対物レンズアクチュエータは、対物レンズを保持する角形の形状をしたレンズホルダと複数のワイヤとを備えた光ヘッドの対物レンズアクチュエータにおいて、前記レンズホルダの側面である第1の側面に角形の扁平コイルを複数取り付け、前記第1の側面の反対側の側面である第2の側面にも前記第1の側面と同様の配置で角形の扁平コイルを複数取り付け、前記レンズホルダの第1及び第2の側面に取り付けられた複数の角形の扁平コイルと対向して複数の磁気回路を配置し、前記複数の磁気回路が隣接する他の磁気回路と極性が相反する極性となるように配置しかつ前記複数の磁気回路を平面的に区分する分割線が少なくとも2本形成されるように前記複数の磁気回路を配置し構成される。

【0011】また、前記レンズホルダの第1及び第2の側面に取り付けられた複数の角形の扁平コイルは、前記第1及び第2の側面のそれぞれの左側部分及び右側部分に取り付けられる一対の第1の角形の扁平コイルと、前記一対の第1の角形の扁平コイルに挟まれるように前記レンズホルダの第1及び第2の側面の中央部に上下に取り付けられる一対の第2の角形の扁平コイルとから構成され、前記第1及び第2の角形の扁平コイルと対向して配置される複数の磁気回路は、複数の磁石を隣接する他の磁石と極性が相反する極性となるように配置して構成される。

【0012】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0013】図1は本発明の光ヘッドの対物レンズアクチュエータの一実施例を示す平面図と側面図であり、図2は図1に示す本実施例の対物レンズアクチュエータの分解斜視図である。また、図3は図1に示す本実施例の対物レンズアクチュエータの磁気回路とコイル部分の一部を示す説明図である。

【0014】図1に示す本実施例の光ヘッドの対物レンズアクチュエータは、対物レンズ101、対物レンズ101を保持する角形のレンズホルダ102、レンズホルダ102の側面に取り付けられた4個のフォーカスコイル103～106、同じくレンズホルダ102の側面に取り付けられた2個のトラッキングコイル107、109、トラッキングコイル107の下部に取り付けられた1個のトラッキングコイル（図2に示したトラッキングコイル108）、及び109の下部に1個取り付けられたトラッキングコイル（図示せず）の計4個のトラッキングコイル、磁気回路を構成する6個の磁石111a、112a、113a、111b、112b、113b及び磁石113a、113bの下部にそれぞれ1個ずつ取り付けられた2個の磁石（図2に示した磁石114b、図3に示した磁石114a）の計8個の磁石、これ等8個の磁石を取り付けるアクチュエータベース115、フ

ォーカスコイル及びトラッキングコイルに印加する電流を通すための4本のワイヤ（ワイヤ116～118及びワイヤ118の下方に設けられ図1には図示されていないが図2に示されているワイヤ119）、上記4本のワイヤを支え電流を中継するプリント基板120～123から構成されている。

【0015】対物レンズ101を保持する角形のレンズホルダ102の4つの側面のうち幅の広い側面の一つには、側面の左右の両側に一対のフォーカスコイル103、104が取り付けられており、さらにフォーカスコイル103と104と間に挟まれるように一対のトラッキングコイル107、108が上下に取り付けられている。この側面の反対側の側面にもフォーカスコイル103、104と同じように一対のフォーカスコイルが取り付けられ、さらにその一対のフォーカスコイルの間にはトラッキングコイル107、108と同様に一対のトラッキングコイルが取り付けられているが図2には示されていない。

【0016】アクチュエータベース115には、対物レンズ101を通る光の通路として光通路穴125が設けられている。また、磁気回路を構成する8個の磁石が取り付けられているが、そのうち磁石111a、112a、113a、111b、112b、113b及び磁石114bは図2に図示されており、113aの下部に取り付けられた1個の磁石は図2に図示されていない（上述したように図3に磁石114aとして図示）。

【0017】ワイヤ116、117のそれぞれの一端はプリント基板122にはんだ付けされ、他端がプリント基板120にはんだ付けされる。また、ワイヤ118、119のそれぞれの一端はプリント基板123にはんだ付けされ、他端がプリント基板121にはんだ付けされる。さらに、プリント基板120、121はレンズホルダ102の側面に接着により取り付けられ、プリント基板122、123はアクチュエータベース115の側面に接着により取り付けられる。この状態でレンズホルダ102は、アクチュエータベース115に対して4本のワイヤで支持される。

【0018】次に、詳細に構造及び各部の働きを説明する。

【0019】図1及び図2を参照すると、角形のレンズホルダ102の幅が広い側面のうちの方の側面に、大きい一対の角形の扁平コイルであるフォーカスコイル103、104と小さい一対の角形の扁平コイルであるトラッキングコイル107、108が組み込まれている。また反対側の側面には、大きい一対の角形の扁平コイルであるフォーカスコイル105、106と小さい一対の角形の扁平コイルであるトラッキングコイル109及び図示していないトラッキングコイル1個が組み込まれている。また、レンズホルダ102の幅が狭い2つの側面にはプリント基板120、121の2枚が接着され、レ

レンズホルダ102の上部には対物レンズが組み込まれている。4本のワイヤ116, 117, 118, 119はレンズホルダ102を機械的に支持するとともに、プリント基板122, 123に供給されたフォーカス駆動電流及びトラッキング駆動電流を、プリント基板120, 121経由で4個のフォーカスコイルと4個のトラッキングコイルに中継する。4本のワイヤは2本ずつ一対となってフォーカス駆動電流とトラッキング駆動電流をそれぞれコイルに供給するのに用いられる。4個のフォーカスコイルは直列または並列に接続されてフォーカス駆動電流を供給する2本のワイヤに接続される。また、4個のトラッキングコイルも直列または並列に接続されてトラッキング駆動電流を供給する2本のワイヤに接続される。

【0020】印加されたフォーカス駆動電流及びトラッキング駆動電流と開磁路構成の磁気回路の磁界によって生じる電磁力でレンズホルダ102は駆動されるが、以下にフォーカスコイル及びトラッキングコイルと磁石との対応関係並びに、駆動電流と磁界とによって生じる駆動力について説明する。

【0021】図3を参照すると、角形のレンズホルダ102の一辺に組み込まれたフォーカスコイル103, 104, トラッキングコイル107, 108及びアクチュエータベース115に取り付けられる4個の磁石111a~1114aが図示されている。

【0022】磁石111aはその磁束がフォーカスコイル103の上側の半分とトラッキングコイル107の半分（フォーカスコイル103に近い側）を通るように、フォーカスコイル103とトラッキングコイル107に対応してアクチュエータベース115に取り付けられる。磁石111aのアクチュエータベース115への取り付けは、磁石111aのN極がフォーカスコイル103に対向するように取り付けられる。次に、磁石112aはその磁束がフォーカスコイル103の下側の半分とトラッキングコイル108の半分（フォーカスコイル103に近い側）を通るように、フォーカスコイル103とトラッキングコイル108に対応してアクチュエータベース115に取り付けられる。磁石112aのアクチュエータベース115への取り付けは、磁石112aのS極がフォーカスコイル103に対向するように取り付けられる。さらに、磁石113aはその磁束がフォーカスコイル104の上側の半分とトラッキングコイル107の半分（フォーカスコイル104に近い側）を通るように、フォーカスコイル104とトラッキングコイル107に対応してアクチュエータベース115に取り付けられる。磁石113aのアクチュエータベース115への取り付けは、磁石113aのS極がフォーカスコイル104に対向するように取り付けられる。磁石114aはその磁束がフォーカスコイル104の下側の半分とトラッキングコイル108の半分（フォーカスコイル10

4に近い側）を通るように、フォーカスコイル104とトラッキングコイル108に対応してアクチュエータベース115に取り付けられる。磁石114aのアクチュエータベース115への取り付けは、磁石114aのN極がフォーカスコイル104に対向するように取り付けられる。

【0023】図3には示されていないが、フォーカスコイル103, 104, トラッキングコイル107, 108が組み込まれたレンズホルダ102の側面と反対側の側面にも、一対のフォーカスコイル及び一対のトラッキングコイルが取り付けられる。それらの4個のコイルと対面するようにアクチュエータベース115には4個の磁石111b~1114bが取り付けられるが、上記4個のコイルと4個の磁石111b~1114bとの相対的な位置の対応関係は、上記のフォーカスコイル103, 104及びトラッキングコイル107, 108と4個の磁石111a~1114aとの対応関係と同様であり、それぞれの磁石はコの字型のアクチュエータベース115の反対側の折り曲げ部分に取り付けられる。

【0024】図4を参照すると、電磁駆動をより分りやすくするために磁界方向と電流方向の関係を、フォーカス駆動の場合とトラッキング駆動の場合について示している。なお、フレミングの左手の法則から、コイルの巻線方向、電流方向及び磁界方向によって駆動方向が定まる。

【0025】最初に、フォーカス駆動について説明する。

【0026】フォーカスコイル103の上辺では、図示の矢印方向401aに電流を流すと、対向する磁石はN極で磁界の向きは矢印方向402aなので矢印方向403aすなわち図中で上方に駆動力が働く。また、フォーカスコイル103の下辺では電流を矢印方向401bに流すと、対向する磁石はS極で磁界の向きは上辺と反対方向の矢印方向402bなので、やはり上辺と同じ方向の矢印方向403bに駆動力が得られる。

【0027】同様に、フォーカスコイル104の上辺では、図示の矢印方向404aに電流を流すと、対向する磁石はS極で磁界の向きは矢印方向405aなので矢印方向406aすなわち図中で上方に駆動力が働く。また、フォーカスコイル104の下辺では電流を矢印方向401bに流すと、対向する磁石はN極で磁界の向きは上辺と反対方向の矢印方向405bなので、やはり上辺と同じ方向の矢印方向406bに駆動力が得られる。すなわち、フォーカスコイル103, 104に上記の方向へ電流を流すとフォーカスコイル103, 104は図中で上方に駆動力を受けるので、レンズホルダ102が上方に駆動力を受けることになる。

【0028】次に、トラッキング駆動について説明する。

【0029】トラッキングコイル107の左側の辺の電

流方向を矢印方向407aに流すと、対向する磁石はN極で磁界の向きは矢印方向408aなので、矢印方向409aの方向に駆動力が働く。同様に、トラッキングコイル107の右側の辺の矢印方向407bに電流を流すと、対向する磁石がS極で磁界の向きは矢印方向408bなので、矢印方向409bすなわち左辺と同じ方向に駆動力が得られる。

【0030】また、トラッキングコイル108の左側の辺の電流を矢印方向410aに流すと、対向する磁石はS極で磁界の向きは矢印方向411aなので、矢印方向412aの方向に駆動力が働く。同様に、トラッキングコイル108の右側の辺の矢印方向410bに電流を流すと、対向する磁石がN極で磁界の向きは矢印方向411bなので、矢印方向412bすなわち左辺と同じ方向に駆動力が得られる。

【0031】図3に示されたフォーカスコイル103、104及びトラッキングコイル107、108に流れる電流と、磁石111a～114aによって発生する磁界とにより生じる駆動力については上述した。しかし、レンズホルダ102の側面に取り付けられた一対のフォーカスコイル105、106を流れる電流と、磁石111b～114bによって発生する磁界とにより生じる駆動力についても上記フォーカスコイル103、104の場合と同様であるので説明は省略する。ただし、フォーカスコイル103、104により発生する駆動力の方向とフォーカスコイル103、104により発生する駆動力の方向が同一方向になるように、各フォーカスコイルに駆動電流を流す必要がある。また、レンズホルダ102の側面に取り付けられたトラッキングコイル109と、図示されないがトラッキングコイル109の下に取り付けられるトラッキングコイルとの一対のトラッキングコイルに流れる電流と、磁石111b～114bによって発生する磁界とにより生じる駆動力についても、上記トラッキングコイル107、108の場合と同様であるので説明は省略するが、この場合もレンズホルダ102の両側面にそれぞれ取り付けられた一対ずつのフォーカスコイルにより生じるレンズホルダ102に対する駆動力が同一方向となるように、それぞれのコイルに駆動電流を流す必要がある。

【0032】このように、一対のフォーカスコイル及び一対のトラッキングコイルを、それぞれレンズホルダ102の1側面とその側面の反対側の側面に配置し、これらのコイルに対向する4個の磁石を、図3に示すように隣接する磁石の極性が互いに相反する極性となるようにアクチュエータベース115に取り付けて、これらのコイルに流す電流の向きを制御することにより、アクチュエータベース115に対し4本のワイヤで支持されているレンズホルダ102位置を上下左右に駆動させることができる。

【0033】上述したように、4個の磁石を、図3に示

すように隣接する磁石の極性が互いに相反する極性となるようにアクチュエータベース115に取り付けると、磁石を平面的に区分する分割線、すなわち磁石111a、112aのグループと磁石113a、114aのグループとの分割線が1本、磁石111a、113aのグループと磁石112a、114aのグループとの分割線が1本の計2本の分割線が形成される。すなわち、図3では隣接する磁石の極性は互いに相反する極性となるように配置されており、N極の磁石とS極の磁石とを平面的に区分する分割線が2本形成され、この2本の分割線が十字を形成する配置となっている。

【0034】図5に、磁石111a、112aの側面から見た磁束分布を示す。この磁束は逆極性の磁石を隣接させたときの磁界分布であり、この磁界中にコイル103が配置された状態を示している。図5に示された磁界分布は、横軸に磁束(B)をとり、縦軸に距離(Y)をとって示している。

【0035】以上のように、磁気回路は開磁路構成でありながら、平面的に閉磁路に近い磁気回路構成となるため、結果的に安定した電磁駆動を実現でき、磁気ヨークを構成した閉磁路と同様に磁気利用効率が大きくとれる。さらに、磁気回路構成上、レンズホルダの構造を角形ブロック体とすることができ、コイル部分を直接剛体となるレンズホルダに組み込めるため、副次共振周波数を高くとれる利点がある。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光ヘッドの対物レンズアクチュエータは、複数の磁石を、隣合った磁石の極性がN極とS極というように互いに異った極性となるように配置し、その極性N、Sで弧を描く閉磁路の磁力線中にフォーカスオフ方向とトラッキング方向の各軸方向に駆動可能なように角形のコイルを配置することにより、磁気回路は基本的に開磁路構成でありながら磁気ヨークを構成した閉磁路構成と同様に磁気効率を大きく低下させることなく小形化できかつレンズホルダの構造を角形ブロック体とすることができ、コイル部分を直接剛体となるレンズホルダに組み込め生産性を改善できるという効果を有している。

【0037】また、コイル部分を直接剛体となるレンズホルダに組み込めるため副次共振周波数を高くとれるという効果を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の対物レンズアクチュエータの一実施例を示す平面図と側面図である。

【図2】本実施例の対物レンズアクチュエータの分解斜視図である。

【図3】本実施例の対物レンズアクチュエータの磁気回路とコイル部分を示す説明図である。

【図4】本実施例の対物レンズアクチュエータのコイル部分の磁界、電流及び駆動の方向を示す説明図である。

9

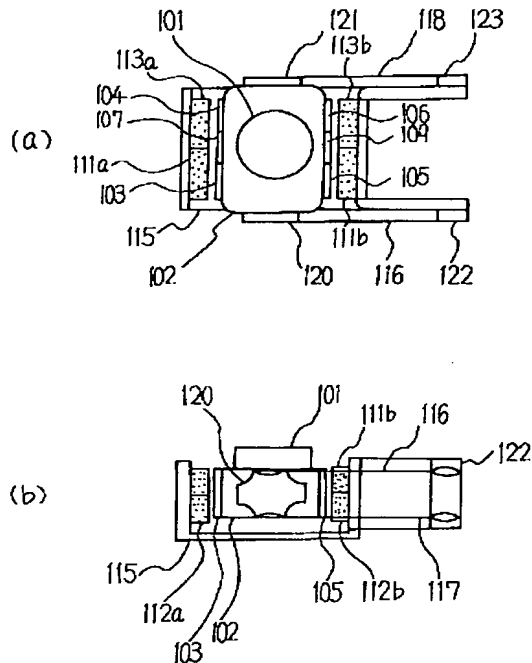
【図 5】本実施例の対物レンズアクチュエータの開磁路の磁束分布を示す説明図である。

【図 6】従来の対物レンズアクチュエータの分解斜視図である。

【符号の説明】

101 対物レンズ
102 レンズホルダ
103～106 フォーカスコイル
107～109 トラッキングコイル
111a～114a 磁石
111b～114b 磁石
115 アクチュエータベース
116～119 ワイヤ
120, 121 プリント基板
122, 123 プリント基板
125 光通路穴
401a, 401b 電流方向

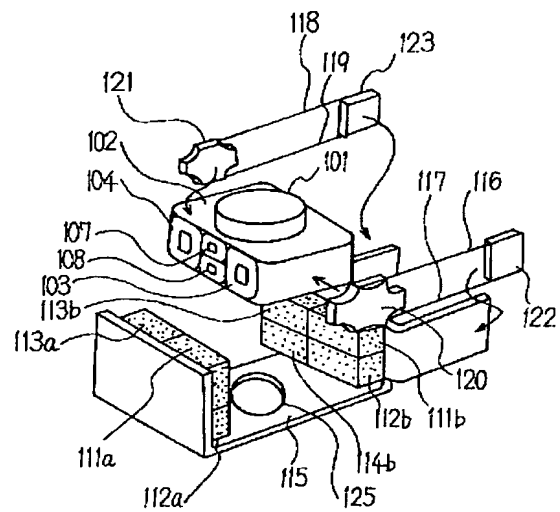
【図 1】



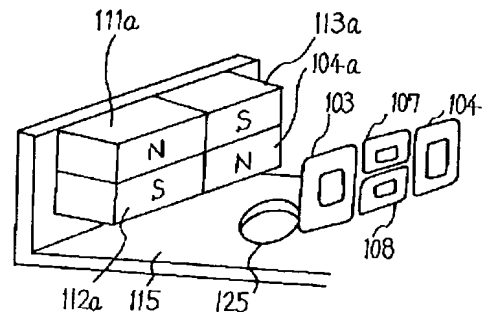
10

402a, 402b 磁界方向
403a, 403b フォーカス電磁駆動方向
404a, 404b 電流方向
405a, 405b 磁界方向
406a, 406b フォーカス電磁駆動方向
407a, 407b 電流方向
408a, 408b 磁界方向
409a, 409b トラッキング電磁駆動方向
410a, 410b 電流方向
411a, 411b 磁界方向
412a, 412b トラッキング電磁駆動方向
601 レンズホルダ
602 対物レンズ
603 フォーカスコイル
604a～604d トラッキングコイル
616, 617 磁石
618 光通路穴

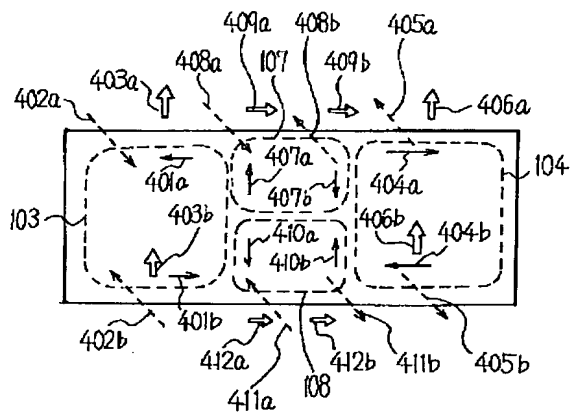
【図 2】



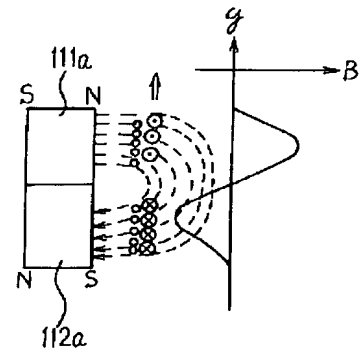
【図 3】



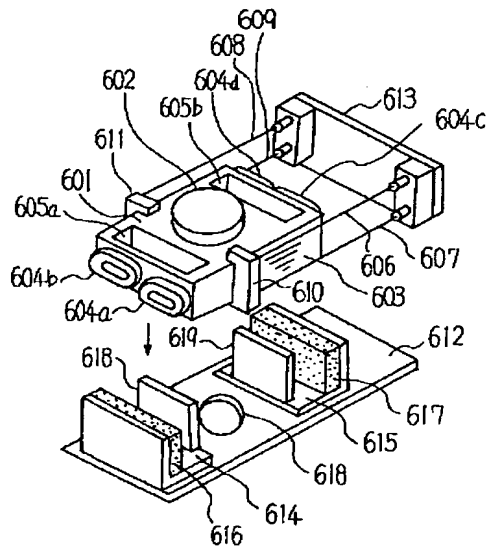
【図 4】



【図 5】



【図 6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.